

## PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE TRIGO EM FUNÇÃO DO TRINEXAPAC-ETHYL E DOSES DE NITROGÊNIO

### YIELD OF WHEAT CULTIVARS IN FUNCTION OF TRINEXAPAC-ETHYL AND NITROGEN RATES

Melissa BERTI<sup>1</sup>  
Jeferson ZAGONEL<sup>2</sup>  
Eliaana Cuéllar FERNANDES<sup>3</sup>

#### RESUMO

Visando determinar a dose e a época de aplicação do redutor de crescimento trinexapac-ethyl em cultivares de trigo realizaram-se experimentos na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no ano de 2005. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 6 com três repetições para cada cultivar de trigo. Os tratamentos constaram de doses de nitrogênio (50 e 240 kg ha<sup>-1</sup>), épocas de aplicação de trinexapac-ethyl (entre o 1<sup>o</sup> e o 2<sup>o</sup> nó e entre o 2<sup>o</sup> e o 3<sup>o</sup> nó perceptível) e de doses de trinexapac-ethyl (0; 31,2; 62,5; 93,7; 125,0 e 156,2 g ha<sup>-1</sup>). Foram utilizadas quatro cultivares de trigo de diferentes respostas ao acamamento: CD-104 (resistente), Vanguarda (moderadamente resistente), Supera (moderadamente suscetível) e CEP-24 (suscetível). Avaliaram-se características agrônômicas, severidade de doenças e produtividade. O aumento da dose de nitrogênio resultou em maior produtividade para a cultivar CEP-24; a aplicação mais tardia do trinexapac-ethyl afetou positivamente a produtividade das cultivares CD-104 e CEP-24; o trinexapac-ethyl reduziu a altura das plantas de todas as cultivares; para todas as cultivares a equação de ajuste da produtividade em relação às doses de trinexapac-ethyl foi quadrática ocorrendo um aumento da produção com o aumento da dose do redutor, até um limite (de 63,8 a 132,5 g ha<sup>-1</sup>), variável com a cultivar.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L.; altura de plantas; *Drechslera tritici-repentis*; *Gibberella zeae*.

#### ABSTRACT

With the aim of determine the rate and the time of ethyl-trinexapac application in wheat cultivars experiments was established at the UEPG School Farm in Ponta Grossa, PR, in 2005. The experimental design was a complete randomized blocks, in a factorial scheme 2 x 2 x 6, with three repetitions for each wheat cultivars. The treatments consisted of nitrogen rates (50 and 240 kg ha<sup>-1</sup>), time of trinexapac-ethyl application (between first and second node and between second and third perceivable node) and trinexapac-ethyl rates (0; 31,2; 62,5; 93,7; 125,0 and 156,2 g ha<sup>-1</sup>). It was evaluated agronomical characteristics, diseases severity and yield. The increase of the nitrogen rate resulted in the increase of the yield for CEP-24 cultivar; the most delayed time of application of trinexapac-ethyl affects positively the yield of CD-104 and CEP-24 cultivars; trinexapac-ethyl reduced the plants height of all the cultivars; for all the cultivars the equation of the yield in relation to the trinexapac-ethyl rates was quadratic, occurring an increase of the yield with the increase of the reducer rate, until a limit (since 63,8 to 132,5 g ha<sup>-1</sup>), variable with the cultivar.

**Key-words:** *Triticum aestivum* L.; plant height; *Drechslera tritici-repentis*; *Gibberella zeae*.

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Mestre, UEPG, Av. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa, PR.;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Dep. De Fitotecnia e Fitossanidade da UEPG. Autor para correspondência. E-mail: jefersonzaganel@uol.com.br;

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Agronomia – UEPG.

## INTRODUÇÃO

O rendimento de uma cultura é afetado por diversos fatores, entre os quais a quantidade de nutrientes acumulados pela planta, que em boa parte são fornecidos pela adubação, que representa uma fração considerável do custo de produção. O emprego de adubos nas quantidades que proporcionarão o maior retorno, e sem diminuir a fertilidade do solo é um aspecto de grande importância econômica (IAPAR, 2002).

A adubação nitrogenada em cobertura pode, conforme a época de aplicação, alterar o rendimento de grãos do trigo por meio de estímulos aos componentes do rendimento, ou seja, o número de grãos por espigas, o número de espigas por área e a massa de grãos (BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2001). As respostas do trigo à adubação nitrogenada têm sido analisadas por diversos pesquisadores, e como resultado, verifica-se haver diferentes respostas ao nutriente, devido às variações da fertilidade do solo, práticas culturais, cultivares utilizadas e clima (VIEIRA et al., 1995).

A dose de nitrogênio a ser utilizada baseia-se na altura das plantas e na fertilidade do solo. Doses elevadas deste nutriente proporcionam aumento do número de espigas por área, da produtividade e da altura da planta (ZAGONEL et al., 2002), podendo resultar no acamamento das plantas, o que interfere negativamente na produção e na qualidade dos grãos (RODRIGUES et al., 2003).

Redutores de crescimento possibilitam o uso de maiores doses de nitrogênio, mesmo em cultivares de porte mais alto. Esses atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas, podendo agir como antagonistas de promotores como auxinas, giberelinas e citocinina ao impedir o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas, de acordo com o estágio fenológico de aplicação e a dose empregada (SAMPAIO, 1998).

O trinexapac-ethyl é um redutor de crescimento utilizado em cereais de inverno, que promove redução acentuada no comprimento do caule (FAGERNES e PENNER, 1998) com redução da altura da planta, evitando o acamamento (AMREIN et al., 1989). O trinexapac-ethyl atua nas plantas reduzindo a elongação celular no estágio vegetativo interferindo no final da rota metabólica da biossíntese do ácido giberélico (HECKMAN et al., 2002; RAJALA, 2003) pela inibição da enzima 3 $\beta$ -hidroxilase, reduzindo drasticamente o nível do ácido giberélico ativo ( $GA_1$ ) e assim aumentando acentuadamente seu precursor biossintético imediato  $GA_{20}$ . A queda no nível do ácido giberélico ativo ( $GA_1$ ) é a provável causa da diminuição do crescimento das plantas (DAVIES, 1987).

ZAGONEL (2002) avaliou o trinexapac-ethyl na cultivar de trigo OR-1, de porte baixo, em Ponta Grossa (PR), e verificou redução no comprimento dos entre-nós, aumento do número de espigas por metro e da produtividade. Em outro experimento, no mesmo local, ZAGONEL et al. (2002), utilizando a

cultivar IAPAR 53, de porte médio/alto, e também verificaram uma redução substancial da altura das plantas com aumento de produtividade. Nas duas cultivares não foi observado acamamento, porém, foram nítidas as vantagens da aplicação do produto nas características avaliadas.

O efeito do redutor de crescimento depende de diversos fatores, como dose, época de aplicação, época de semeadura, condições de ambiente, estado nutricional e fitossanitário da cultura (RODRIGUES et al., 2003). A dose recomendada pelo fabricante do trinexapac-ethyl em trigo é de 100 a 125 g ha<sup>-1</sup> aplicada no estádio entre o primeiro e o segundo nó visível. Essa recomendação é ampla e não distinta em relação à cultivar, que podem responder de maneira diferencial em relação à dose do produto. ZAGONEL (2003b) realizou um trabalho com doses de trinexapac-ethyl e duas cultivares (OR-1 e Rubi) e verificou que com o aumento da dose do redutor a altura de plantas diminuiu linearmente para ambas cultivares, mas, somente em uma (Rubi) houve vantagem na redução do acamamento e a produtividade não foi afetada. No entanto, tem-se observado que mesmo em cultivares de porte baixo o produto promove aumento da produtividade, mesmo sem a ocorrência do acamamento (ZAGONEL, 2003a, b). Isso sugere a possibilidade do uso de regulador em doses menores do que a recomendada visando o aumento da produtividade.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses de nitrogênio e do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em diferentes doses e épocas de aplicação na severidade de doenças, características agrônômicas e produtividade de cultivares trigo (*Triticum aestivum* L.).

## METODOLOGIA

Os experimentos foram instalados no ano de 2005, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa, PR, a uma latitude de 24°30' a 26° 18'S e longitude de 48° 34' a 52° 32'W e altitude de 950 m. Utilizou-se o sistema de "plantio direto na palha", semeando-se 130 kg ha<sup>-1</sup> de sementes no dia 27/06/2005. A adubação consistiu da aplicação de 24 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na semeadura. As parcelas foram compostas de 14 fileiras de trigo de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,17 m. Considerou-se como área útil às dez fileiras centrais das parcelas, desprezando-se 0,50 m em cada extremidade.

O solo no local é um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura argilosa (EMBRAPA, 1999), cuja análise, para amostragem de 0 a 10 cm, revelou os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,9; Ca<sup>++</sup> = 4,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg = 6,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K = 0,63 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 12,6 mg dm<sup>-3</sup>; C = 32 g dm<sup>-3</sup>; H + Al = 7,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+++</sup> = 0,2; CTC = 14,7; V% = 51; argila = 460 g kg<sup>-1</sup>; silte = 179 g kg<sup>-1</sup>; areia = 361 g kg<sup>-1</sup>.

O controle de doenças consistiu da pulverização de 87,5 g ha<sup>-1</sup> de triadimenol no

perfilhamento; de 82,5 g ha<sup>-1</sup> da mistura pronta de caule; e de duas aplicações de 84,0 g ha<sup>-1</sup> da mistura pronta de cyproconazole + azoxystrobin, uma no espigamento e outra na fase de enchimento de grãos.

Foram realizados quatro experimentos, um para cada cultivar de trigo de diferente resposta ao acamamento: CD-104 (resistente), Vanguarda (moderadamente resistente), Supera (moderadamente suscetível) e CEP-24 (suscetível).

Para todos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com vinte e quatro tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 2 x 6 com três repetições. Os tratamentos constaram das combinações dos fatores doses de nitrogênio (50 e 240 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de uréia, aplicadas em cobertura no início do perfilhamento; épocas de aplicação de trinexapac-ethyl (entre 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> e entre o 2<sup>a</sup> e o 3<sup>a</sup> nó perceptível, correspondente aos estádios 31 a 32 e 32 a 33 da escala de ZADOKS et al. (1974) e de doses de trinexapac-ethyl (0; 31,2; 62,5; 93,7; 125,0 e 156,2 g ha<sup>-1</sup>).

O trinexapac-ethyl foi aplicado através de pulverizador costal, à pressão constante de 206,85 kPa, pelo CO<sub>2</sub> comprimido, com pontas de jato plano "leque" XR 110-02. Aplicou-se o volume equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda.

Foi avaliado o controle de *Drechslera tritici-repentis*, através da severidade, observando-se a porcentagem de lesões nas folhas atacadas, utilizando a escala diagramática de PICININI (1996), na fase de enchimento de grãos, em três folhas

superiores de dez plantas por parcela. O controle de *Gibberella zeae* foi avaliado observando-se a severidade nas espigas, utilizando a escala diagramática de PICININI (1996), na fase de enchimento de grãos, em dez plantas por parcela.

Avaliou-se, no florescimento da cultura, a altura de plantas e o diâmetro do caule. A altura de plantas foi medida do solo à base da espiga, e o diâmetro do caule foi medido a quatro centímetros do solo, com uso de paquímetro digital. A produtividade foi determinada pela produção da área útil das parcelas (6,8 m<sup>2</sup>), corrigindo a umidade para 13%. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias de doses de nitrogênio e de épocas de aplicação de trinexapac-ethyl comparadas pelo teste da DMS a 5% de probabilidade e das doses de trinexapac-ethyl por regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características avaliadas (Tabelas 1 a 5 e Figuras 1 e 2) foram afetadas pela dose de nitrogênio e pela dose e época de aplicação do trinexapac-ethyl, com interação entre os fatores e resposta diferencial de acordo com a cultivar. A interação com as doses de nitrogênio, quando ocorreu, envolveu as doses e as épocas de aplicação de trinexapac-ethyl, mas somente para esses dois últimos fatores essas foram desdobradas.

TABELA 1 - Altura das plantas e diâmetro do caule de quatro cultivares de trigo em função de doses de nitrogênio e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl. UEPG. Ponta Grossa, 2005.

	Altura das plantas (cm)			
	CEP-24	Supera	Vanguarda	CD-104
Dose N <sup>1</sup> - 50	98,19 a	71,76 b	67,74 b	64,9 b
Dose N - 240	98,71 a	73,01 a	70,04 a	66,9 a
Época - 1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> nó	99,58 a	71,24 b	69,31 a	66,5 a
Época - 2 <sup>o</sup> e 3 <sup>o</sup> nó	97,32 b	73,53 a	68,47 a	65,3 b
CV (%)	3,5	3,4	3,9	3,3
	Diâmetro do caule (cm)			
	CEP-24	Supera	Vanguarda	CD-104
Dose N <sup>1</sup> - 50	3,11 a	3,00 a	2,81 a	3,45 b
Dose N - 240	3,12 a	3,00 a	2,79 a	3,57 a
Época - 1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> nó	3,13 a	2,97 a	2,79 a	3,50 a
Época - 2 <sup>o</sup> e 3 <sup>o</sup> nó	3,11 a	3,03 a	2,81 a	3,52 a
CV (%)	5,3	5,1	6,3	6,5

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS (p<5%); C.V. = coeficiente de variação; <sup>1</sup> Dose em kg ha<sup>-1</sup>.

TABELA 2 - Equação de ajuste do diâmetro do caule de quatro cultivares de trigo em função de doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl. UEPG. Ponta Grossa, 2005.

Cultivar	Diâmetro de caule (cm)
CEP-24	NS
Vanguarda	$Y = 2,722 + 0,001x - 0,001x^2$
Supera	$E1 = 3,037 - 0,001x$
	$E2 = NS$
CD-104	NS

Y = média; E1 = aplicação entre o 1<sup>a</sup> e o 2<sup>a</sup> nós perceptíveis; E2 = aplicação entre o 2<sup>a</sup> e o 3<sup>a</sup> nós perceptíveis; NS = não significativo; x = dose de trinexapac-ethyl, em g ha<sup>-1</sup>.

TABELA 3 - Severidade de *Drechslera tritici-repentis* e de *Gibberella zeae* de quatro cultivares de trigo em função de doses de nitrogênio e de épocas de aplicação de trinexapac-ethyl. UEPG. Ponta Grossa, 2005.

	Severidade (%) de manchas foliares causadas por <i>Drechslera tritici-repentis</i> (Died)			
	CEP-24	Supera	Vanguarda	CD-104
Dose N <sup>1</sup> - 50	12,21 a	9,6 a	10,61 a	16,11 a
Dose N - 240	11,18 b	9,3 a	10,11 a	11,82 b
Época - 1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> nó	12,05 a	9,5 a	10,80 a	16,31 a
Época - 2 <sup>o</sup> e 3 <sup>o</sup> nó	11,34 b	9,5 a	9,89 b	11,61 b
CV (%)	12,2	8,7	11,9	20,5
	Severidade (%) de giberela causada por <i>Gibberella zeae</i> (Schw)			
	CEP-24	Supera	Vanguarda	CD-104
Dose N <sup>1</sup> - 50	45,53 a	46,92 a	47,63 a	40,40 a
Dose N - 240	44,57 a	46,79 a	46,79 a	36,26 b
Época - 1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> nó	49,32 a	47,33 a	47,91 a	39,93 a
Época - 2 <sup>o</sup> e 3 <sup>o</sup> nó	51,35 a	46,38 a	46,51 b	36,73 b
CV (%)	4,7	9,0	3,8	13,5

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS (p<5%); C.V. = coeficiente de variação; <sup>1</sup> Dose em kg ha<sup>-1</sup>.

TABELA 4 - Equação de ajuste de severidade de *Drechslera tritici-repentis* e de *Gibberella zeae* de quatro cultivares de trigo em função de doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl. UEPG. Ponta Grossa, 2005.

Cultivar	Severidade (%) de <i>Drechslera tritici-repentis</i> (Died)	Severidade (%) de <i>Gibberella zeae</i> (Schw)
CEP-24	$Y = 15,974 - 0,013x$	$E1 = 49,058 - 0,009x$ $E2 = 48,778 - 0,0152x$
Vanguarda	$E1 = 11,580 - 0,006x$ $E2 = 12,430 - 0,009x$	$Y = 49,146 - 0,007x$
Supera	$Y = 12,496 - 0,006x$	$Y = 49,194 - 0,006x$
CD-104	$Y = 16,341 - 0,007x$	NS

Y = média; E1 = aplicação entre o 1<sup>a</sup> e o 2<sup>a</sup> nós perceptíveis; E2 = aplicação entre o 2<sup>a</sup> e o 3<sup>a</sup> nós perceptíveis; NS = não significativo; x = dose de trinexapac-ethyl, em g ha<sup>-1</sup>.

TABELA 5 – Produtividade de quatro cultivares de trigo em função de doses de nitrogênio. UEPG. Ponta Grossa, 2005.

	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )			
	CEP-24	Supera	Vanguarda	CD-104
Dose N <sup>1</sup> - 50	3.206 b	3.630 a	3.597 a	2.398 a
Dose N - 240	3.341 a	3.722 a	3.719 a	2.489 a
Época - 1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> nó	3.206 b	3.585 a	3.692 a	2.372 b
Época - 2 <sup>o</sup> e 3 <sup>o</sup> nó	3.341 a	3.768 a	3.624 a	2.515 a
CV (%)	6,9	11,7	8,8	9,0

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS ( $p < 5\%$ ); C.V. = coeficiente de variação; <sup>1</sup> Dose em kg ha<sup>-1</sup>.

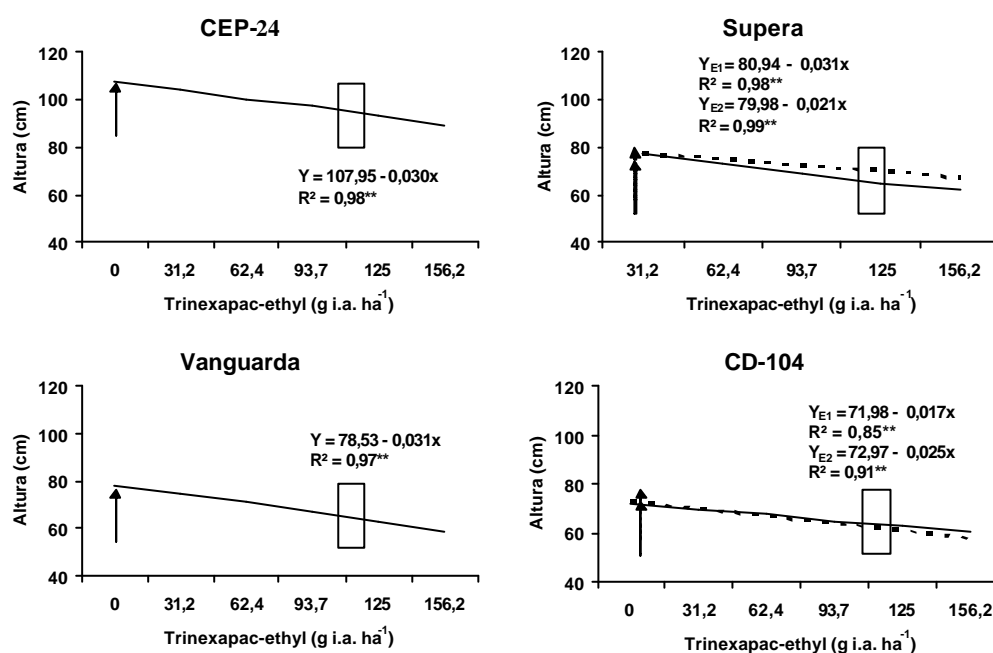


FIGURA 1 – Curvas ajustadas da altura de quatro cultivares de trigo em função de doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl. Ponta Grossa, PR. 2005. Y = média \_\_\_\_\_;  $Y_{E1}$  = aplicação entre o 1<sup>o</sup> e o 2<sup>o</sup> nós perceptíveis \_\_\_\_\_;  $Y_{E2}$  = aplicação entre o 2<sup>o</sup> e o 3<sup>o</sup> nós perceptíveis - - - - -; x = dose de trinexapac-ethyl, em g i.a. ha<sup>-1</sup>. Dose recomendada pelo fabricante □ ; Ponto de máxima ↑.

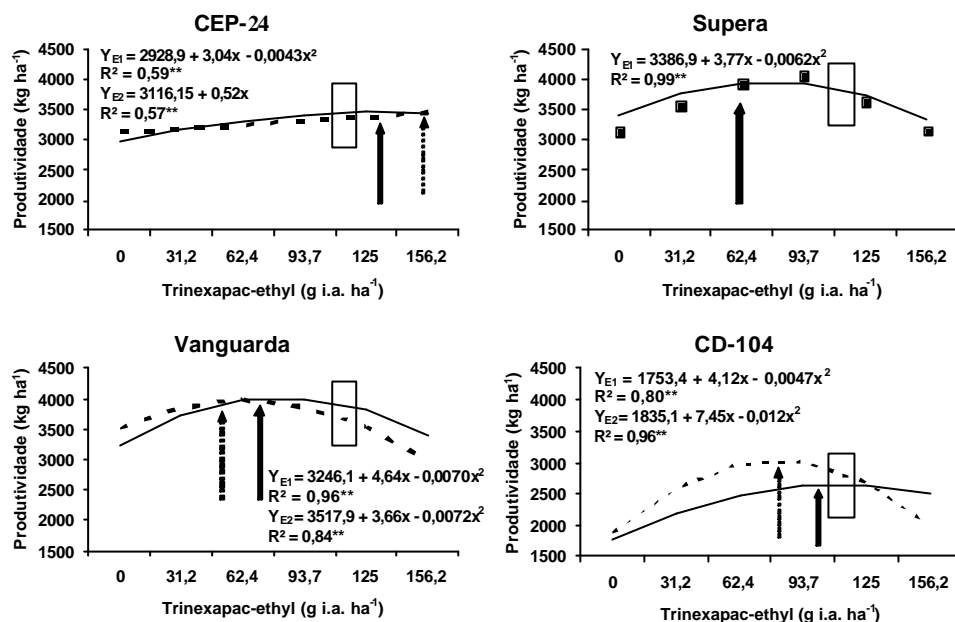


FIGURA 2 - Curvas ajustadas de produtividade de quatro cultivares de trigo em função de doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl. Ponta Grossa, PR. 2005. Y = média \_\_\_\_;  $Y_{E1}$  = aplicação entre o 1ª e o 2ª nós perceptíveis \_\_\_\_;  $Y_{E2}$  = aplicação entre o 2ª e o 3ª nós perceptíveis - - - - -; ■ = não significativo; x = dose de trinexapac-ethyl, em g i.a. ha<sup>-1</sup>. Dose recomendada pelo fabricante □; Ponto de máxima ∇.

A altura das plantas está ligada diretamente ao acamamento e pode ser afetada pela dose de nitrogênio, entre outros fatores (PENCKOSKI, 2006). A cultivar CEP-24 foi a única que não teve a altura aumentada com o incremento da dose de nitrogênio (Tabela 1). ZAGONEL (2002), TEIXEIRA e RODRIGUES (2003), ao compararem doses de nitrogênio observaram aumento da altura das plantas de trigo e conseqüente acamamento com o aumento das doses de nitrogênio a partir de 40, 45 e 65 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O porte da cultivar é importante na resposta ao acamamento, mas ZAGONEL (2003a), ressalta que plantas de porte baixo, em situação de alta densidade de plantas e elevadas doses de nitrogênio também podem acamar.

A aplicação mais tardia do trinexapac-ethyl (entre o 2ª e o 3ª nó perceptível) teoricamente deveria promover uma maior redução da altura das plantas em relação à aplicação mais precoce (entre o 1ª e o 2ª nó perceptível) visto que a aplicação tardia vem a afetar o comprimento dos entre-nós que se formam mais tarde, que são os mais longos. Para a época de aplicação do trinexapac-ethyl as cultivares responderam de forma diferenciada, não havendo resposta da cultivar Vanguarda e sendo observada menor altura para a aplicação mais tardia para as cultivares CEP-24 e CD-104. Para a cultivar Supera houve resposta inversa (Tabela 1).

As cultivares responderam de forma linear à dose do trinexapac-ethyl, diminuindo a altura com o aumento da dose do redutor (Figura 1). Essa resposta foi similar à observada em outros trabalhos (LOZANO e LEADEN, 2002; LOZANO et al., 2002; ZAGONEL, 2003a; ZAGONEL e KUNZ, 2005; PENCKOWSKI, 2006; MATYSIAK, 2006) mostrando a efetividade do produto em reduzir a altura das plantas de trigo, independente do porte da cultivar.

O aumento da dose de nitrogênio promoveu maior diâmetro do caule somente na cultivar CD-104. A época de aplicação do trinexapac-ethyl não afetou o diâmetro do caule (Tabela 1). A cultivar Supera mostrou interação entre doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl, distintamente de Vanguarda, CD-104 e CEP-24 (Tabela 2). As cultivares responderam de forma distinta ao aumento da dose do redutor, tendo a cultivar Vanguarda demonstrado resposta quadrática, e a cultivar Supera resposta negativa linear. CD-104 e CEP-24 não mostraram resposta à dose nem a época de aplicação (Tabelas 1 e 2). O aumento do diâmetro do caule em plantas de trigo submetidas a doses de redutor de crescimento ocorre devido ao aumento no desenvolvimento das células do parênquima, com maior espessura do tecido esclerenquimático, localizado em posição sub-epidérmica, podendo resultar em maior lignificação da parede celular (LOZANO et al., 2002).

O programa de controle de doenças utilizado visou atender as necessidades de todas as cultivares, que tem diferentes graus de resistência. A severidade de *Drechslera tritici-repentis* foi de modo geral baixa e a dose de nitrogênio interferiu de forma pouco acentuada na severidade (Tabela 3). TEIXEIRA e RODRIGUES (2003), afirmam que ao se aumentar a dose do nutriente há um aumento excessivo do índice de área foliar, podendo levar ao auto-sombreamento foliar e a um microclima favorável ao desenvolvimento de fungos, isso foi observado somente nas cultivares CEP-24 e CD-104.

A severidade de *Drechslera tritici-repentis* (Tabela 4) diminuiu linearmente com o aumento da dose do regulador de crescimento para as quatro cultivares, provavelmente pela melhor penetração dos fungicidas nas partes mais baixas das plantas, que estavam com menor porte pelo efeito do redutor. Isso também explica a menor severidade observada para a aplicação tardia nas cultivares CEP-24, Vanguarda e CD-104 (Tabela 3) que tem ação nos últimos entre-nós e causa maior diminuição da altura e porte das plantas.

O aumento de dose de nitrogênio resultou em menor severidade de *Gibberella zeae* somente para a cultivar CD-104 (Tabela 3). Nas cultivares CEP-24 e Supera a severidade de giberela não foi influenciada pela época de aplicação do produto (Tabela 3), mas diminuiu com a aplicação do trinexapac-ethyl entre o 2º e o 3º nó perceptível nas cultivares Vanguarda e CD-104.

O aumento da dose do trinexapac-ethyl promoveu redução linear da severidade de *Gibberella zeae* nas cultivares CEP-24, Supera e Vanguarda e não afetou a CD-104 (Tabela 4). ZAGONEL (2006) verificou que a relação entre a redução da severidade de *Gibberella zeae* em plantas de trigo com o aumento da dose do redutor de crescimento não ocorre pela melhor penetração dos fungicidas na espiga, mas provavelmente por essa ficar retida na bainha da folha bandeira por um maior período de tempo, devido ao encurtamento do pedúnculo causado pelo trinexapac-ethyl.

A produtividade média observada para as cultivares esteve dentro da média da região, que foi de 3.200 kg ha<sup>-1</sup> para a safra 2005/2006 (SEAB, 2006). A cultivar CEP-24 foi a única que respondeu ao aumento da dose do nitrogênio, com maior produtividade (Tabela 5). Isso provavelmente ocorreu porque, mesmo a menor dose de nitrogênio foi composta da aplicação de 24 kg ha<sup>-1</sup> na base e 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura, o que aliado ao alto teor de matéria orgânica do solo (IAPAR, 1978), veio a suprir as necessidades das cultivares que não responderam ao aumento da dose do elemento.

As cultivares CD-104 e CEP-24 responderam à época de aplicação do trinexapac-ethyl, com maior produtividade para a aplicação entre o 2º e o 3º nó perceptível (Tabela 5).

Com relação às doses do trinexapac-ethyl, exceto para a época tardia de aplicação na cultivar CEP-24 (de resposta linear), as demais, nas duas épocas de aplicação do redutor responderam de forma quadrática ao aumento da dose, com um limite

máximo (dose ótima) variável de acordo com a cultivar (Figura 2). A resposta quadrática da produtividade em relação ao aumento da dose do trinexapac-ethyl, e suas interações com a época de aplicação estão ligadas diretamente às alterações causadas pelo redutor na altura das plantas, possivelmente pelo encurtamento dos entre-nós, especialmente o último (pedúnculo). Em trigo, a espiga fica envolta na bainha da folha bandeira e, com o crescimento pedúnculo, essa acaba emergindo da bainha. Se o encurtamento do pedúnculo for acentuado a espiga, ou parte dessa, fica retida na bainha da folha-bandeira, interferindo na antese e na formação dos grãos com efeitos diretos na produtividade (ZAGONEL, 2006). Assim, a redução no rendimento de grãos a partir de determinada dose, observada para as cultivares com resposta quadrática deve-se à retenção da espiga, o que também foi observada em outro trabalho (ZAGONEL e KUNZ, 2005).

A maior produtividade (ponto de máxima) para as cultivares foi (dose em g ha<sup>-1</sup> de trinexapac-ethyl): 76,3 (Supera), 132,5 (CEP-24 época 1), 63,8 (Vanguarda época 2) e 81,3 (CD-104 época 2). Nota-se que essas doses, com exceção da cultivar de maior altura (CEP-24), estão abaixo da recomendada (de 100 a 125 g ha<sup>-1</sup>) especialmente quando aplicadas mais tarde, como é visualizado na Figura 2. No entanto, a aplicação tardia (época 2) está fora da recomendação do fabricante do produto (entre o 1º e o 2º nó visível) e seu uso deve ser criterioso devido ao problema de retenção da espiga.

Esses resultados sugerem que tanto a dose como a época de aplicação do trinexapac-ethyl podem ser adequados a cada cultivar, especialmente nas de maior resistência ao acamamento. O uso do redutor nessas cultivares é justificado pelo aumento de produtividade que o mesmo promove e não por redução da altura visando a redução do acamamento (Tabela 1 e Figura 2). Esse efeito também foi observado em outros trabalhos (LOZANO e LEADEN, 2002; LOZANO et al., 2002; ZAGONEL et al., 2002; RODRIGUES et al., 2003; ZAGONEL, 2003b; ZAGONEL et al., 2005; PENCKOWSKI, 2006; MATYSIAK, 2006).

## CONCLUSÕES

A menor dose de nitrogênio (50 kg ha<sup>-1</sup>) foi suficiente para suprir as necessidades das cultivares Supera, Vanguarda e CD-104. Somente para a cultivar CEP-24 houve resposta de produtividade à maior dose de nitrogênio.

A aplicação tardia do trinexapac-ethyl reduziu a altura de plantas das cultivares CEP-24 e CD-104; diminuiu a severidade de *Drechslera tritici-repentis* nas cultivares CEP-24, Vanguarda e CD-104 e a de *Gibberella zeae* nas cultivares Vanguarda e CD-104 e aumentou a produtividade das cultivares CEP-24 e CD-104.

Para as quatro cultivares a equação de ajuste da produtividade em relação às doses de trinexapac-ethyl foi quadrática ocorrendo um aumento da produção com o aumento da dose do redutor, até um limite máximo variável com a cultivar e ponto de máxima obtido em doses abaixo das recomendadas para as cultivares Vanguarda, CD-104 e Supera, e dentro da dose recomendada para a CEP-24.

## REFERÊNCIAS

1. AMREIN, J.; RUFENER, M.; QUADRANTI, M. The use of CGA 163'935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.
2. BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, M.C. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 317-323, 2001.
3. DAVIES, P.J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES, P.J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Netherlands: Kluwer Academic, 1987. p. 1-23.
4. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
5. FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Análise de solos**: interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná. Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, 1978. (Circular técnica, 9).
6. FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Informações técnicas para o cultivo do trigo no Paraná 2001**. Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, 2002. (Circular técnica, 122).
7. HECKMAN, N. L.; ELTHON, T.E.; HORST, G.L.; GAUSSOIN, R.E. **Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria**. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.
8. FAGERNESS, M.J.; PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 4, p. 1028-1035, 1998.
9. LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I. **Efecto de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento y altura en dos cultivares de trigo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRIGO, 5 e SIMPÓSIO NACIONAL DE CEREALES DE SIEMBRA OTOÑO INVERNAL, 3. Argentina, Inta, 2002. Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/5/leadem.htm>>. Acesso em 12 AGOS 2006.
10. LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I.; COLABELLI, M.N. **Efecto de Trinexapac ethyl sobre la morfología del tallo en dos cultivares de trigo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRIGO, 5 e SIMPÓSIO NACIONAL DE CEREALES DE SIEMBRA OTOÑO INVERNAL, 3. Argentina, Inta, 2002. Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/5/morfoldeltalolea-den.htm>>. Acesso em 12 AGOS 2006.
11. MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v. 46, n. 2, p. 133-143, 2006.
12. PENCKOWSKI, L. H. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do nitrogênio na produtividade da cultura do trigo**. Ponta Grossa: 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.
13. PICININI, E.C. **Escala de avaliações de doenças do trigo**. Passo Fundo: Embrapa/CNPT, 1996. 4 p. (Folder).
14. REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE TRIGO, 37 - RCCSBPTT. **Indicações técnicas da Comissão Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo - 2005 e 2006**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 66 p.
15. RODRIGUES, O.; DIDONETE, A. D.; TEIXEIRA, C.C.M.; ROMAM, S. E. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2003. (Circular Técnica, 14).
16. SAMPAIO, E. **Fisiologia vegetal**: teoria e experimentos. Ponta Grossa: UEPG, 1998. p. 133-134.
17. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. **Precipitações mensais - Paraná - março de 2006 a março de 2007**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/pmpr.xls>>. Acesso em 10 ABR 2007.
18. TEIXEIRA, C.C.M.; RODRIGUES, O.; **Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2003. (Boletim de pesquisa, 20).
19. VIEIRA, R.D.; FORNASIERI, D.; MINOHARA, L.; BERGAMASCHI, M.C. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica Revista de Agronomia**, São Paulo, v. 23, p. 257-263, 1995.
20. ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.
21. ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n.1, p. 25-29, 2002.
22. ZAGONEL, J. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002.
23. ZAGONEL, J. Efeitos do regulador de crescimento trinexapac-ethyl no desenvolvimento e na produtividade do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003 a. v. 1. p. 199-202.
24. ZAGONEL, J. Efeitos do trinexapac-ethyl e de doses de nitrogênio em características agrônomicas e na produtividade do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003 b. v. 1. p. 204-207.
25. ZAGONEL, J.; KUNZ, R.P. Doses de nitrogênio e de regulador de crescimento (Moddus) afetando o trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 20., 2005, Londrina. **Resumos e atas**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 135-140.
26. ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C.; KORELLO, S. Efeitos de regulador de crescimento (trinexapac-ethyl) da irrigação e da dose de nitrogênio na cultura do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 20., 2005, Londrina. **Resumos e atas**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 130-134.
27. ZAGONEL, J. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., Brasília, 2006. **Resumos**. Brasília: UnB, 2006. p. 522.

Recebido em 11/11/2006

Aceito em 14/05/2007